Policy Research Initiative | Projet de recherche sur les politiques

Sustainable Development
Briefing Note

Integrated Landscape Management Models for Sustainable Development Policy Making

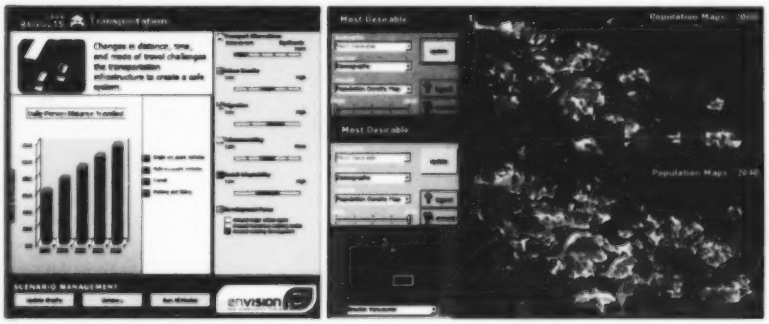
Highlights

- Integrated landscape management models (ILMMs) are approaching a stage of maturity where they could be required for environmental impact assessments of large projects.
- ILMMs combine social, economic, and biophysical sub-models to produce comprehensive scenarios for decision makers.
- ILMMs allow different management scenarios to be evaluated over different spatial and temporal scales.
- Most ILMMs are developed for a specific area and focus on a theme.

Background

Integrated water resource management and other landscape-based approaches to land-use planning require highly integrative evaluations of the often complex effects of various management options. Technological advances have allowed for the development of complex analytical systems to support decision making, performance evaluation, and strategic planning. These computer-modelling systems have a wide range of applications, are quantitative, and are designed to incorporate science and risk analysis into policy decision making. As such, they represent a way of evaluating alternative policy choices, testing various outcomes, assessing impacts, and projecting future outcomes.

Figure 1: Scenario results for the Georgia Basin from the Quest model.



A: Possible future transportation scenario. The right hand window shows which input choices influenced the results.
B: Population scenario showing changing population density in the lower mainland, surrounding Vancouver.

New analytical methods and technology, notably the growth in the use of geographic information systems, have contributed significantly to the evolution of increasingly integrative, complex models, many of which are spatially explicit. In fact, during the past few years, ILMMs have evolved from single issue models, focusing on individual industrial plants, reservoirs, etc., to more integrative forms aimed at identifying potential conflicts and cumulative effects of broad-scale land uses that

Canada

might be overlooked on an issue-by-issue analysis. Such models have been developed to identify:

- the economic drivers affecting land-use decisions;
- the opportunity/risk of various policies over short and long time frames; and
- the best management approaches for sustainable development goals.

Among the models in use in Canada, the two largest – QUEST and ALCES –have been developed through joint ventures between private agencies, government, and academic institutions. These models use quantitative data; however, QUEST is based on a backcasting approach that identifies a desirable future and examines trade-offs necessary to achieve it, while ALCES is a forecasting model designed to provide information on the relative outcomes of various policy scenarios. Both approaches are being used to inform policy and engage community members in the decision-making process.

ILMMs as Policy Tools

Integrated landscape management models are already in use in areas with high potential for conflicting land use and management objectives, where they are being developed to identify strategies to meet standards, reduce conflict, and predict and mitigate cumulative effects.

A principle use of ILMMs is to involve stakeholder groups in the development and evaluation of strategies for integrating socio-economic objectives and environmental protection. The objective is to co-ordinate goals among stakeholders and identify the potential for conflict and cumulative effects. This approach has been applied broadly, in areas such as population growth planning, economic development, agricultural development, conservation initiatives, and watershed management.

Existing models fall into four broad categories, corresponding with the interests of decision makers.

- Integrative models incorporate specific data and sub-models on all indicators deemed to be important, ranging from economic indicators (e.g., natural gas production), to environmental data (e.g., species diversity).
- Planning models focus on planning or co-ordinating how different models may be integrated into a single system.
- Objective-specific models may consider multiple parameters, but only within the focus of a specific objective; various economic and environmental inputs and outputs may exist, but these are targeted to a specific context of interest, such as water management, forestry, agriculture, or climate change.
- Alternative futures models focus on predicting the outcomes of different policy strategies, thereby developing a suite of scenarios or "futures." The outcomes of the alternative scenarios are used to facilitate discussion among stakeholders, notably for identifying acceptable and unacceptable futures, relative impacts, and emerging issues under widely different scenarios.

Developing and Using an ILMM

The greatest challenge in developing an ILMM is a lack of information on the interactions between various factors. As such, many ILMMs are customized on a site-by-site or project-by-project basis using available information. The development and use of an ILMM is very iterative, and involves a high degree of user, developer, and stakeholder interaction.

106-03334/

While a model may be very site or project specific, particularly if it makes use of spatially explicit data, ILMMs are functional tools for simulating general patterns of behaviour, rather than tools for making specific predictions. In fact, a number of highly integrative models have been designed in a way that allows them to be adapted to different systems.

Since the environmental impacts of a given development will usually be restricted within a watershed, with the exception of such things as migratory species and air pollution, most ILMMs start with a hydrographic and topographic data set to which socio-economic and other natural environmental variables are then linked in a geographic information system. The analysis is usually restricted to the watershed(s) of interest with outside influences and impacts not made spatially explicit.

Major outputs such as land use, water pollution, or habitat alteration are often mapped, allowing a rapid assessment of the geographic distribution of the impacts, costs, and benefits of a given scenario. Since mapped results are often intelligible to interested members of a community rather than only to specialists, this allows various stakeholder groups to make use of this information in evaluating options and formulating their input. This, in turn, leads to a more informed debate on land use options, and makes ILMMs a potentially powerful tool for any participatory planning process, such as integrated water resource management.[1]

Application of ILMMs

Integrated landscape management models are used in large-scale development projects internationally. The US Army Corp of Engineers routinely applies and designs landscape modelling approaches to assess and ensure that corporations meet legal requirements with regard to human health and welfare, ecological integrity, and cumulative environmental effects. In addition to projects focusing on terrestrial issues and climate change, models are also being applied to water resource development, ecosystem restoration and wetland management projects.

Similar approaches are evolving in the United Kingdom, with the government recommending the use of scenario modelling and Monte Carlo-based sensitivity analysis for all new government policies, programs, and projects. Modelling approaches are also being applied in other regions of the world, with the United Nations Development Programme playing an integral role in the use of the Threshold 21 model, which has been used successfully to plan strategies for meeting objectives set during the 2002 United Nations World Summit for Sustainable Development in Johannesburg.

Although ILMMs are being used more and more in Canada, they are not required in an environmental impact assessment process. However, the value of ILMMs is increasingly recognized. For example, partnering among community, private, and government agencies has resulted in two large-scale projects: the Mackenzie River Basin Impact Study and the Georgia Basin Futures Study. The Georgia Basin QUEST model, the longest running of the two, was initiated five years ago to identify mutually beneficial sustainable development targets within the basin, and has supported policy decisions on several scales, including coastal fishery and resource management, biodiversity conservation planning, wetland conservation, and local stormwater run-off planning.

1 A Briefing Note on IWRM can be found at <http://policyresearch.gc.ca/doclib/SD_WaterManagement_E.pdf>.

In the Mackenzie River basin in northern Canada, an ALCES-based model is being developed to identify the potential effects of a proposed natural gas pipeline (the Northern Ecosystem Initiative or NEI), explore possible scenarios for mitigating such effects, and minimize the potential for conflict. Of particular concern are the societal impacts on the Deh Cho First Nation communities and the ecological impacts on the regional watershed that would occur in association with the construction and maintenance of the proposed pipeline.

The Future for ILMMs in Canada

The cost of developing and using an ILMM may be prohibitive for impact assessments for very small projects with a limited time frame or scope. However, for large or longer-term projects, including a series of small, evolving projects in a given watershed, ILMMs can be a useful and cost-effective approach for developing and presenting scenarios to stakeholders and evaluators who might have difficulty assessing the pros and cons of complex undertakings in sensitive environments.

In 2003, the Alberta Chamber of Commerce invested $4.5 million in the ALCES ILMMs with a target of reducing future industrial impacts. However, such future scenario modelling is also being used to evaluate various land use options and trade-offs between competing land uses, including watershed management, well sites, coal mines, seismic lines, agriculture, urban and rural uses, natural processes, insect outbreaks, land cover, and sector-specific development projections (see Appendix 2).

Given that the European Union recently legislated a requirement for its member states to conduct strategic environmental assessments on certain plans and programs (such as water, waste, and land-use planning), a role of ILMMs in strategic environmental assessments, particularly for supporting sustainable development decision making, should be considered in Canada.

Should the use of ILMMs become standard or even mandatory for large projects in Canada, as it appears set to do elsewhere, this would have several effects.

- Integrated landscape management model development would accelerate, and they would rapidly become more useful, available, and affordable.
- Large projects would be more readily subjected to scrutiny of the impact of minor variations in plans, allowing better fine-tuning of developments.
- The Canadian ILMM industry, already among the world leaders, would be positioned to dominate the rapidly expanding world market for ILMMs as other countries increasingly turn to ILMMs for decision making.

Further Reading

The on-line Appendix 1 to this Briefing Note (<www.policyresearch.gc.ca>) includes links to information on the models discussed here and several others.

On-line Appendix 2 lists the principle variables used in the ALCES mode.

Projet de recherche sur les politiques
Policy Research Initiative

DÉVELOPPEMENT DURABLE
NOTE D'INFORMATION DU PRP

Des outils de gestion intégrée du paysage pour l'élaboration de politiques de développement durable

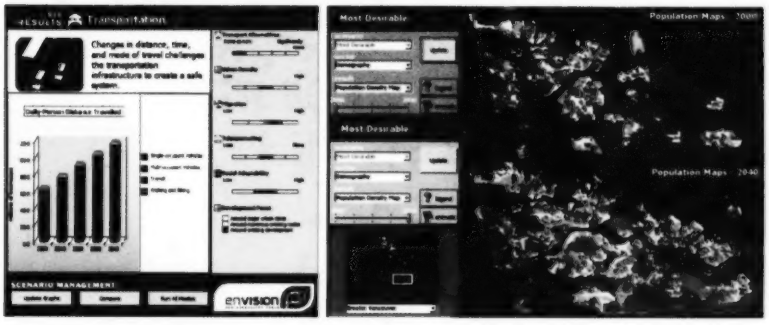
Faits saillants

- Les modèles de gestion intégrée du paysage (MGIP) sont developés au point où l'on pourrait s'en servir pour évaluer l'impact de grands projets sur l'environnement.
- Les MGIP combinent des sous-modèles sociaux, économiques et biophysiques pour fournir aux décideurs des scénarios complets.
- Les MGIP permettent d'évaluer différents scénarios à diverses échelles spatiales et temporelles.
- La plupart des MGIP sont conçus pour un secteur déterminé et un thème précis.

Contexte

La gestion intégrée des ressources hydriques et d'autres méthodes de gestion du paysage utilisées pour la planification des terres exigent des approches hautement intégrées afin d'évaluer les effets souvent complexes de diverses options d'aménagement. Les avancées technologiques ont permis de mettre au point des systèmes d'analyse pointus pour soutenir le processus décisionnel, l'évaluation du rendement et la planification stratégique. Ces systèmes de modélisation informatisés offrent un large éventail d'applications, sont quantitatifs et sont conçus pour intégrer la science et l'analyse des risques au processus décisionnel. Ils représentent donc un moyen d'évaluer les options de politiques qui s'offrent, de tester les résultats, d'analyser les effets et de projeter les résultats à long terme.

Figure 1 : Résultats des scénarios pour le bassin de Georgia tirés du modèle Quest.



A : Scénario possible des besoins futurs en matière de transport. La fenêtre de droite indique les choix qui ont influé sur les résultats.
B: Scénario qui indique les changements de densité de la population dans les basses-terres continentales, autour de Vancouver.

De nouvelles méthodes et technologies analytiques, notamment l'utilisation accrue des systèmes d'information géographique, ont beaucoup contribué à l'évolution de modèles complexes de plus en plus intégrés qui, dans nombre de cas, sont spatialement explicites. Effectivement, depuis quelques années, grâce à des modèles plus intégrés, on peut identifier les conflits possibles et les effets cumulatifs de l'utilisation des terres à

Canada

grande échelle qui, autrement, auraient pu passer inaperçus dans une analyse par critère. Ces modèles ont été conçus pour identifier :

- les facteurs économiques ayant un effet sur les décisions relatifs à l'utilisation des terres;
- les opportunités qu'offrent diverses politiques à court et à long terme, mais aussi les risques qu'elles posent;
- les approches exemplaires pour l'atteinte des objectifs en développement durable.

Parmi les modèles utilisés au Canada, les deux plus importants ont été conçus dans le cadre de partenariats publics-privés-universitaires. Les deux modèles en question, QUEST et ALCES, se fondent sur des données quantitatives. QUEST, toutefois, favorise l'analyse rétrospective qui définit un avenir souhaitable, puis identifie les conditions dans lesquelles cet avenir peut se matérialiser. ALCES, lui, est un modèle prévisionnel conçu pour fournir de l'information sur les résultats relatifs de divers scénarios stratégiques. Les deux approches sont utilisées : 1) pour éclairer les décideurs, et, 2) pour favoriser la participation des membres de la collectivité au processus décisionnel.

Les MGIP comme instruments d'élaboration des politiques

On se sert déjà des MGIP là où les objectifs d'aménagement et l'utilisation des terres peuvent être conflictuelles. Ils aident entre autres à établir des stratégies qui visent à respecter les normes, à réduire les conflits et à prévoir, et ainsi à atténuer, les effets cumulatifs.

Les MGIP permettent surtout de faire participer les partis intéressés à l'établissement et à l'évaluation de stratégies intégrant des objectifs sociaux et économiques et la protection environnementale. On veut ainsi coordonner les objectifs de ces parties et détecter les conflits potentiels et les effets cumulatifs. On a privilégié cette façon de faire dans beaucoup de domaines comme la planification de la croissance démographique, le développement économique et agricole, les initiatives de conservation et l'aménagement des bassins hydrographiques.

Les modèles existants sont répartis entre quatre grandes catégories qui correspondent aux intérêts des décideurs :

- les « modèles intégrateurs » incorporent des données et des sous-modèles précis de tous les indicateurs jugés importants, allant des indicateurs économiques comme par exemple, la production de gaz naturel, à des données environnementales comme la biodiversité;
- les « modèles de planification » permettent de voir comment on peut intégrer différents modèles dans un seul système;
- les « modèles unidimensionnels » peuvent considérer plusieurs paramètres mais uniquement en fonction d'un objectif précis; il peut y avoir des intrants et des extrants économiques et environnementaux, mais ceux-ci sont concentrés dans un domaine d'intérêt précis, p. ex. la gestion des ressources hydriques, la foresterie, l'agriculture ou les changements climatiques;
- les « modèles prospectifs » aident à prévoir les résultats de différentes stratégies, développant ainsi une série de scénarios ou de « visions d'avenir ». Les résultats de ces scénarios facilitent la discussion entre les partis intéressés, notamment pour identifier les visions d'avenir acceptables ou inacceptables, les effets relatifs et les tendances qui se dessinent dans les différents scénarios.

Conception et utilisation d'un MGIP

La plus grande difficulté en développant un MGIP est le manque d'informations sur l'interaction entre les divers facteurs. Beaucoup de modèles sont donc conçus pour un site ou pour un projet spécifique, à partir des renseignements disponibles. Le développement et l'utilisation des MGIP sont très itératifs et impliquent une collaboration très étroite entre le concepteur, l'utilisateur et l'intéressé.

Bien qu'un modèle puisse être spécifique à un site ou à un projet, particulièrement s'il s'appuie sur des données spatialement explicites, un MGIP constitue un instrument fonctionnel permettant non pas de faire des prévisions spécifiques mais plutôt de simuler des modes de comportement généraux. En effet, plusieurs modèles hautement intégrés ont été conçus pour être adaptés à différents systèmes.

Comme l'impact environnemental d'un projet donné est habituellement observé dans les limites d'un bassin hydrographique, sauf pour certains éléments comme les espèces migratrices et la pollution de l'air, la plupart des MGIP sont d'abord fondés sur des séries de données hydrographiques et topographiques; ces données sont ensuite combinées à des variables socioéconomiques et environnementales dans un système d'information géographique. L'analyse vise généralement le ou les bassins présentant un intérêt, y compris les impacts extérieurs qui ne sont pas spatialement explicites.

Des extrants importants comme l'utilisation des terres, la pollution de l'eau ou la modification de l'habitat sont souvent cartographiés, permettant ainsi d'évaluer rapidement la distribution géographique des impacts, des coûts et des bénéfices d'un scénario donné. Comme cette information cartographiée est souvent à la portée du profane, les partis intéressés peuvent l'utiliser pour évaluer les diverses options qui s'offrent et formuler leurs commentaires. Les MGIP favorisent donc non seulement la tenue de débats éclairés mais constituent aussi un puissant outil potentiel dans n'importe quel processus de planification participatif comme, par exemple, la gestion intégrée des ressources en eau[1].

Application des MGIP

On se sert déjà beaucoup des MGIP dans les mégaprojets à travers le monde. Aux États-Unis, l'U.S. Army Corp of Engineers conçoit et applique régulièrement pareils modèles pour veiller à ce que les entreprises respectent la loi pour ce qui touche la santé et le bien-être des populations, l'intégrité écologique et les effets environnementaux cumulatifs. Les MGIP sont donc utiles pour étudier non seulement différents phénomènes terrestres et les changements climatiques, mais aussi l'exploitation des ressources hydriques, la restauration des écosystèmes et la gestion des terres humides.

Des approches semblables se développent au Royaume-Uni où le gouvernement recommande la modélisation de scénarios et l'analyse de sensibilité « Monte Carlo » pour tous les nouveaux programmes, projets et politiques. Elles sont aussi appliquées dans d'autres régions du monde, le Programme des Nations Unies pour le développement favorisant lui-même l'utilisation du modèle Seuil 21 qui a permis d'établir des stratégies pour atteindre les objectifs fixés au Sommet mondial des Nations Unies pour le développement durable qui s'est déroulé en 2002, à Johannesburg.

Bien que les MGIPs sont de plus en plus utilisés au Canada, ils ne sont toujours pas exigés dans les études d'impact sur l'environnement. Leur utilité est toutefois de plus en plus reconnue au Canada. Pa exemple, un partenariat public-privé-communautaire a favorisé le lancement de deux mégaprojets : l'étude d'impact

1 On peut trouver une note d'information sur la GIRE à : <http://policyresearch.gc.ca/doclib/SD_WaterManagement_F.pdf>.

sur le bassin du Mackenzie et le Projet de prospective sur le bassin de Georgia. Le modèle QUEST du bassin de Georgia (le plus ancien des deux), qui est utilisé depuis cinq ans afin de fixer des objectifs de développement durable mutuellement bénéfiques, a aidé les décideurs dans une foule de domaines (pêche côtière, gestion des ressources, protection de la biodiversité, conservation des terres humides et écoulement des eaux pluviales).

Dans le bassin du Mackenzie, au nord du Canada, un modèle à base d'ALCES est en développement pour prévoir les effets possibles d'un projet de gazoduc (Initiative sur les écosystèmes nordiques), pour étudier différents scénarios destinés à atténuer ces effets et pour réduire au minimum les risques de conflits. On s'intéresse particulièrement à l'effet sur les collectivités de la Première nation Deh Cho de même qu'à l'impact écologique sur le bassin régional qui serait ressenti dû aux travaux de construction et d'entretien du gazoduc.

L'avenir des MGIP au Canada

Le coût de conception et d'utilisation d'un MGIP peut être prohibitif lorsque le projet est petit ou que l'échéancier est serré. Cependant, pour les projets d'envergure ou à long terme, ou pour une série de petits projets dans un bassin donné, les MGIP peuvent aider les parties prenantes et les évaluateurs à établir divers scénarios et à mieux déterminer le pour et le contre de projets complexes dans des milieux fragiles.

En 2003, la Chambre de commerce de l'Alberta a investi 4,5 millions $ dans le MGIP afin de réduire les impacts industriels futurs. On se sert toutefois aussi de ce modèle prospectif pour évaluer les divers modes d'utilisation des terres et la conciliation de ces modes, comme par exemple la gestion de bassins hydrographiques, les emplacements de puits, les mines de charbon, les lignes sismiques, l'agriculture, les zones urbaines et rurales, les processus naturels, les infestations d'insectes, la couverture terrestre et les prévisions de développement dans un secteur donné (annexe 2).

L'Union européenne ayant adopté récemment une loi pour obliger ses membres à procéder à des évaluations environnementales stratégiques dans le cadre de certains plans et programmes (p. ex. la gestion des ressources en eau, des déchets et des terres), le Canada devrait lui aussi envisager d'intégrer le MGIP aux évaluations du genre, notamment pour faciliter le processus décisionnel en développement durable.

L'application courante, voire obligatoire du MGIP pour l'évaluation des mégaprojets au Canada – ce qui devient le cas dans certains pays – aurait plusieurs avantages :

- La conception des MGIPs s'accélérerait, ce qui favoriserait leur utilisation et réduirait leur coût.
- Les mégaprojets feraient plus facilement l'objet d'une étude d'impact de variations mineures dans les plans, permettant ainsi d'améliorer différents aspects.
- L'industrie canadienne du MGIP, qui est déjà un chef de file dans le domaine, serait en mesure de dominer un marché mondial en plein essor, à l'heure où d'autres pays intègrent de plus en plus le MGIP au processus décisionnel.

Lectures complémentaires

La version électronique de l'annexe 1 correspondant à cette note information (<www.recherchepolitique.gc.ca>) contient des liens menant aux modèles abordés ici ainsi que plusieurs autres modèles.

La version électronique de l'annexe 2 donne la liste des principales variables utilisées dans le mode ALCES.